PEDOGENESE A VERTISOLS EN HAUTE CHAOUIA

M. ICOLE

SOMMAIRE

Localisation des vertisols de Haute Chaouïa
Description des vertisols
Nature et conditions de formation des roches-mères
Qualités minéralogiques de l'argile des roches-mères et des sols
Importance des conditions de milieu
Conclusion

On appellera Haute Chaouïa — et non « Plateau des phosphates » comme on a l'habitude de le faire, du nom d'un des plateaux de cette région — les formes sub-tabulaires crétacées et éocènes situées entre la Basse Chaouïa, la Plaine de Berrechid, le Massif Central, au nord ; le Tadla et la gouttière de l'Oum er Rbia, au sud.

La Haute Chaouïa constitue un « haut pays », au moins pour les régions qui l'entourent : la Plaine de Berrechid, la bordure sud du Massif Central, le Tadla. Elle porte pourtant des sols appartenant à la classe des vertisols, que l'on a plutôt coutume d'observer dans certaines zones des bassins d'accumulation quaternaires.

Communication prononcée le 28 février 1964 à la Section de pédologie de la Société des sciences naturelles du Maroc réunie à l'INRA, Rabat.
Al Awamia, 11, pp. 71-87, avril 1964.

Par ailleurs, la pluviométrie n'étant pas particulièrement forte (400 mm environ), l'objet de cette note est d'entrer dans la compréhension de ce phénomène : l'existence de tirs en Haute Chaouïa.

Notre plan sera le suivant : après une localisation des principales plages de sols tirsifiés et leur description sommaire, nous passerons successivement en revue les différents facteurs de la pédogenèse, à savoir :

I. La nature et les conditions de formation de la roche-mère de ces sols tirsifiés.

II. Les qualités minéralogiques de l'argile des roches-mères et des sols.

III. L'importance des conditions de milieu vue à travers la répartition actuelle des tirs.

Localisation des vertisols de Haute Chaouïa

Les vertisols de Haute Chaouïa se répartissent en quatre situations principales.

1. La plage la plus importante occupe la « plaine » de Khemisset-Oulad Saïd. Dans une région de croupes basses séparées par des thalwegs aux versants très évasés, la tendance évolutive des sols va vers le tirs plus ou moins profond, plus ou moins développé selon sa situation sur une croupe ou près d'un axe collecteur.

2. La « plate-forme » située entre El Gara au nord et la corniche du Crétacé de Benahmed au sud. Par plages plus étroites que dans la région précédente, les sols passent de la classe des sols calcomagnésimorphes à celle des vertisols.

3. Sur les formations éocènes, au nord de la latitude 32°45', quelques dépressions localisées et de surface réduite portent des sols tirsifiés.

4. Au pied d'une corniche éocène (Bled Hasba), un glacis incliné régulièrement vers le sud est recouvert d'un placage de sols tirsifiés profonds.

Description des vertisols de Haute Chaouïa

Les sols dont nous venons de reconnaître les lieux d'occupation sont du type tirsifié brun ou tirs brun ; ceci indique que :

1. la couleur des horizons de surface est rarement noire mais plutôt brun très foncé, brun chocolat ;

2. la structure des horizons de surface est prismatique, grossière bien développée. Les prismes, cependant, ne sont jamais aussi compacts ni aussi larges que ceux des tirs vrais (du Gharb par exemple).

— Le sol foisonne : après une pluie, la surface est d'aspect « gilgaï » (petits moutonnements répétés et monotones dus à l'augmentation de volume du sol humide). Les mottes sont détruites, les sillons d'un champ fraîchement labouré à peine observables.

— En profondeur, les prismes sont séparés par des faces de glissement lisses et obliques.

3. Nous retiendrons surtout que ces sols se sont développés dans une argile rouge.

En surface, la couleur rouge est masquée par le noircissement ; en profondeur, elle est plus nette, bien que souvent atténuée par une accumulation de calcaire qui peut aller jusqu'au tuf.

I. Nature et conditions de formation des roches-mères Origine des argiles rouges

1. Géologie et lithologie de la Haute Chaouïa *

Sur le socle primaire de la Méséta se sont accumulés des sédiments marins depuis le Crétacé jusqu'au milieu de l'Eocène.

Indépendamment des argiles et des sables rouges, cartographiés Jurassique supérieur et Crétacé inférieur par GIGOUT, on peut distinguer deux séries sédimentaires dissemblables par leur faciès.

a. Les marno-calcaires du Cénomanien, Turonien et Sénonien, d'une puissance de 120 mètres environ. Ce sont des marnes blanches ou ocre aux affleurements, armées d'un certain nombre de niveaux calcaires plus ou moins dolomitiques dont deux au moins sont importants par leur empreinte sur le paysage : le niveau calcaire turonien et la barre calcaire repère du Sénonien.

b. Les séries phosphatées du Maestrichtien et de l'Eocène. Ces formations sont surtout sableuses ; le sable est plus ou moins calcaire à oolithes phosphatés, mais avec des passées de calcaire dur et des joints argileux.

* Voir références bibliographiques 1, 2, 3, 4.

Vers la fin de la série, les calcaires, plus nombreux, deviennent siliceux et lumachelliques (dalle à thersitées).

2. Morphologie

La lecture de la carte géologique qui permet de remonter les formations sédimentaires dans l'ordre normal de la stratigraphie quand on va de la périphérie vers le centre de la région, laisse croire à un modelé structural. En fait, la forme est d'érosion ; elle est le produit de processus morphogénétiques très anciens.

1. La haute surface

Un observateur, situé sur l'Eocène au lieu-dit Bled Hasba (sud de Ras el Aïn) et regardant vers le nord, voit l'horizon barré par un niveau rectiligne depuis les hauteurs qui dominent Settat jusqu'à celles dominant Oued-Zem. Ce niveau coupe ainsi d'ouest en est tout le Crétacé et l'Eocène. Au sud, ce niveau comprend les corniches éocènes qui dominent El Borouj.

2. La topographie emboîtée

Emboîtée dans ce haut niveau, nous trouvons une topographie complexe dont le développement couvre la majeure partie de la Haute Chaouïa.

Pour aider l'exposé, nous pouvons distinguer :

— au nord, la « plate-forme » * située entre El Gara et Benahmed qui se prolonge au droit de Khouribga par une sorte de fosse, et se poursuit par de longs glacis s'appuyant à l'Eocène de Sidi Daoui et au Crétacé, à l'est de la route Oued-Zem - Rabat ;

— au sud et au sud-est, le niveau sur lequel est installée la ville d'Oued-Zem et qui rejoint le Tadla en recoupant le Turonien, le Sénonien et la plus grande partie de l'Eocène ;

— au centre du plateau, cette topographie a évidé une sorte de boutonnière dans l'Eocène autour d'un axe ENE - OSO passant entre Guisser et El Tleta d'Oulad Farès. Cette boutonnière ouverte vers l'ouest est de plain-pied avec :

---

* Nous tenons à remercier ici G. BEAUDET, de la Faculté des Lettres de Rabat, qui observa le premier ce niveau et nous fit partager ses connaissances et ses observations au cours d'une prospection réalisée du 13 au 18 août 1963 aux confins de nos régions d'étude respectives : le Massif Central et le Plateau des phosphates.

— d'une part, des plateaux du Turonien, Sénonien, Maestrichtien au sud-ouest, avant la gouttière de l'Oum er Rbia, plateaux qui s'emboîtent dans le haut niveau à l'ouest d'El Borouj ;

— d'autre part, avec la « plaine » de Khemisset-Oulad Saïd.

3. Ages des topographies étudiées

La haute surface est post-éocène puisqu'elle recoupe l'Eocène.

La topographie emboîtée est anté-mogrébienne puisque la plaine de Berrechid — moghrébienne — est située sous la plate-forme de Benahmed-El Gara et le plateau d'Oulad Saïd-Khemisset.

La situation de la transgression moghrébienne dans la chronologie géologique n'est pas de notre ressort. Du moins peut-on faire remarquer que le Moghrébien est entaillé par les oueds Oum er Rbia et Mellah. La transgression moghrébienne s'est donc passée à l'aube du Quaternaire ou à une époque plus reculée.

Le problème se réduit alors à placer deux pulsations, deux cycles d'érosion corrélatifs, peut-être, de deux mouvements orogéniques de la Méséta, entre le post-Eocène et les débuts du Quaternaire.

Les deux mouvements d'exhaussement de la Méséta sont probablement contemporains des deux grandes phases de plissement de l'Atlas : le premier a eu lieu dès la fin du Lutétien (orogénie pyrénéenne), le second s'est poursuivi durant le Miocène et le Pliocène. Aussi, nous pouvons avancer que la haute surface est éogène *, la topographie emboîtée pouvant être alors néogène.

4. Morphogenèse de la topographie emboîtée

Les formes actuelles du modelé et la nature des matériaux de couverture conduisent à penser que des processus karstiques ont présidé à l'élaboration du relief actuel.

a. Sur l'ensemble de la région, des petites formes d'effondrement par soutirage et dissolution karstique criblent la surface :

— sur le haut niveau, en des sites privilégiés qui sont toujours au voisinage de la rupture de pente qui raccorde à la topographie emboîtée, des dolines témoignent de phénomènes de dissolution du calcaire : il en est ainsi sur les formations éocènes au S.-O. de Khouribga (dans la région

* G. BEAUDET rattache la haute surface au niveau infra-miocène du Massif Central.

de l'oued El Khat), autour de Bled Hasba, et sur les collines tabulaires crétacées qui dominent Settat au S.-O. ;

— sur des éléments presque horizontaux de la topographie emboîtée (ex : plateau des Touamas).

b. Des surfaces de dalles calcaires lapiazées quand la topographie emboîtée tronque les formations calcaires :

Exemple : les affleurements du Turonien, en particulier au sud de Oued-Zem.

c. Sur l'ensemble de la topographie néogène, on observe la formation indiscutable de matériaux rouges de décalcarisation, dont nous donnons trois exemples.

— La coupe de Sidi Daoui (cf. annexes p. 84, p. 86 et p. 87) montre une dalle de calcaire détritique du toit des séries phosphatées qui se météorise en produisant une argile rouge non-calcaire, emplie d'oolithes phosphatés.

Le processus d'altération est très bien suivi grâce à des filons de calcédoine interstratifiés avec le calcaire et qui subsistent pendant la néoformation de matériaux rouges.

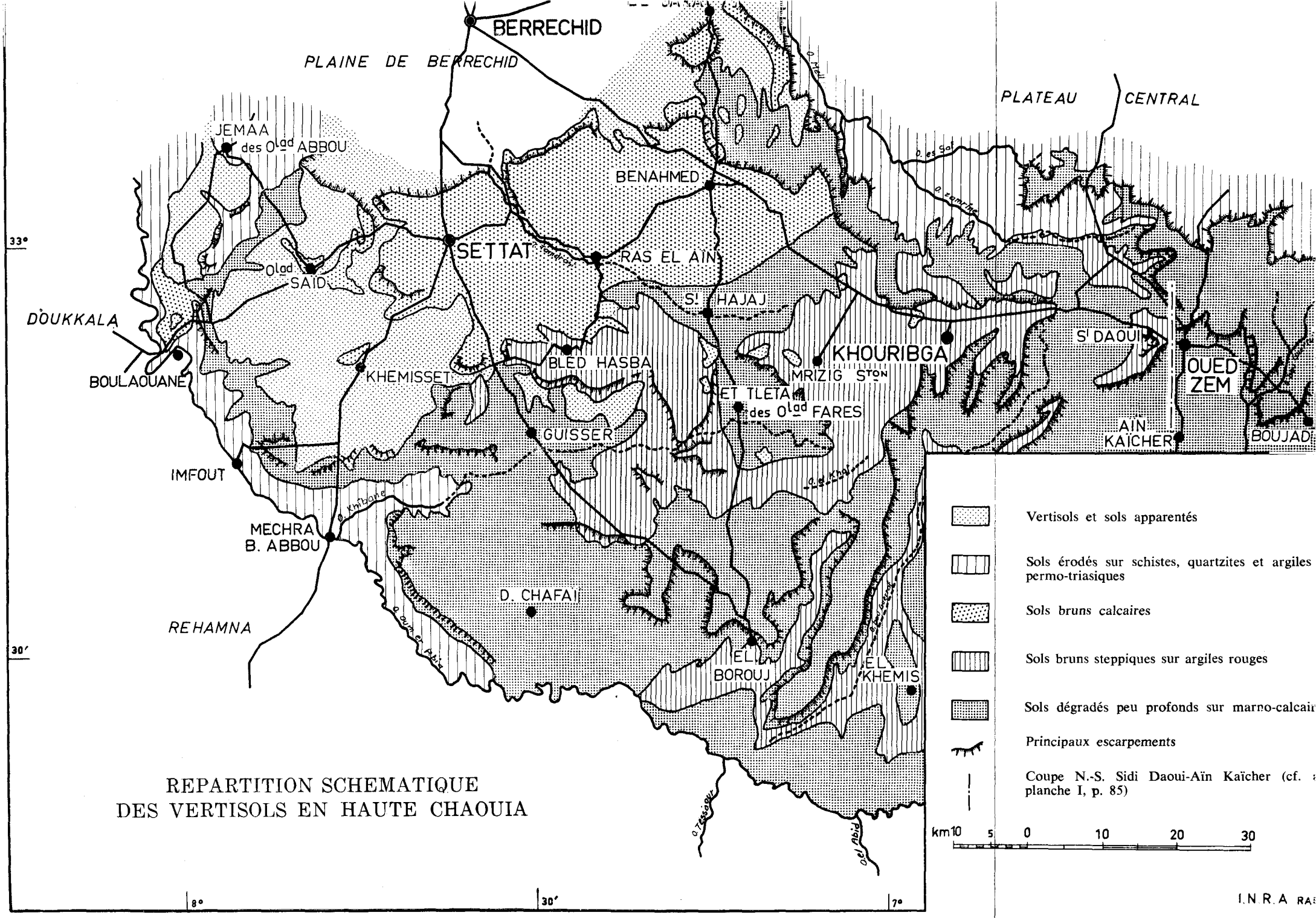
— La dalle turonienne au nord d'Aïn Kaïcher subit une altération de surface qui produit un sable siliceux rouge non-calcaire (cf. page 84). Ici, le départ du calcaire est perceptible de façon concrète grâce à la baisse de densité de la pierre altérée par rapport à la pierre restée calcaire (densité du calcaire 2,39 ; densité de la pierre altérée 1,52).

— Plus au sud, sur le même élément de topographie, le calcaire blanc cristallin et lumachellique de la dalle à thersitées est imprégné d'argile rouge de néoformation, autour de canalicules et de plages qui affectent une certaine épaisseur de la dalle.

3. Conclusions sur la nature et les conditions de formation des roches-mères

L'élément de topographie néogène qui raccorde au Tadla permet l'observation des phénomènes de météorisation de la roche sédimentaire tout au long de sa forme parce que la subsidence du Tadla appelait vers le sud les produits d'altération dès leur formation.

Sur les autres éléments tectoniquement plus stables de la topographie néogène, l'argile rouge de néoformation demeure davantage à l'endroit même où elle s'est élaborée. La morphogenèse de la topographie emboîtée



REPARTITION SCHEMATIQUE DES VERTISOLS EN HAUTE CHAOUIA

I.N.R.A RA

se réduit au recul d'une corniche calcaire et au dépôt devant cette corniche d'argile rouge de décalcarisation, emballant le cas échéant des silex.

Les vertisols se sont développés dans ces argiles rouges de décalcarisation selon les modalités suivantes :

1. Les vertisols de la plaine d'Oulad Saïd - Khemisset

Indépendamment des argiles rouges du Crétacé inférieur et du Permo-Trias, le manteau de couverture qui supporte les vertisols provient de l'argile rouge de décalcarisation des formations cénomaniennes et turoniennes lors de l'établissement de la topographie.

2. Les vertisols de la plate-forme située entre El Gara et Benahmed

Le matériel parental des sols peut provenir des argiles rouges du Permo-Trias arrachées à la corniche de Benahmed. Mais à ces argiles rouges s'ajoutent les produits d'altération du Cénomanien lors du recul de la corniche.

3. Les taches de sols tirsifiés du plateau éocène

L'argile provient, là aussi, de l'altération des formations calcaires du toit des séries phosphatées.

4. Les vertisols de la région au sud de Bled Hasba

L'origine du matériel est l'argile d'altération des formations de la corniche.

Quant à la mise en place de ces argiles rouges, c'est-à-dire le début de l'évolution des sols que nous observons aujourd'hui, elle est un phénomène contemporain de l'édification de la forme, donc anté-quaternaire.

II. Qualités minéralogiques de l'argile des roches-mères et des sols

De plus longs développements seront publiés dans l'article rédigé en collaboration avec C. HESS et U. SCHOEN [5], nos résultats d'analyse minéralogique sont encore à l'heure actuelle trop incomplets.

D'ores et déjà, il est établi que les matériaux rouges de décalcarisation contiennent des argiles gonflantes du type montmorillonitique. Dans le cortège des argiles, on rencontre aussi des palygorskites et des chlorites, argiles qui peuvent se transformer en montmorillonite et s'ajouter au stock préexistant d'argiles gonflantes.

Il paraît donc assuré que le matériel parental argileux rouge, issu de la décalcarisation de formations marno-calcaires, soit favorable, à priori, au développement d'un sol vertisolique.

III. Importance des conditions de milieu

La lecture de la carte des sols et la répartition géographique des vertisols paraissent signifier que les conditions de milieu ne sont pas étrangères au développement des tirs. Nous remarquons notamment :

1. Les taches de sols tirsifiés ne descendent pas au sud de la latitude 32°45'.

2. En l'absence de relevés climatologiques sur l'ensemble de la Haute Chaouïa et portant sur une longue période d'observation, les vertisols paraissent localisés dans les régions les plus humides, les plus ouvertes aux influences océaniques.

Les grandes régions de sols tirsifiés (plaine de Khemisset - Oulad Saïd ; plate-forme d'El Gara - Benahmed) sont sur la bordure occidentale du plateau qui bénéficie d'un climat relativement frais.

Le plateau éocène de Khouribga est assez humide grâce à son altitude élevée (altitude de Khouribga : 800 m).

Par contre au nord de ce plateau éocène, autour de la route d'Oued-Zem - Rabat, la topographie néogène est dans une situation plus sèche, elle est sous le vent, à « l'abri pluviométrique » du massif du Khatouat qui arrête les masses d'air humide. Les sols issus d'argiles rouges de décalcarisation qui couvrent cette région sont du type brun steppique encroûté, jamais du type tirsifié.

Quant à la tache de vertisols située au sud de Bled Hasba, nous croyons l'expliquer par sa situation topographiquement humide. Cette plage est située sous une corniche qui recoupe les formations sédimentaires qui pendent elles-mêmes un peu vers le sud. Dans ces conditions, le plateau éocène de Bled Hasba joue le rôle d'impluvium au profit de la tache de vertisols située en contre-bas.

Conclusion

L'étude des facteurs de la pédogenèse nous aide à mieux concevoir l'histoire des sols de Haute Chaouïa.

Tous les sols de ces plateaux proviennent d'argiles rouges de décalcarisation tertiaire, et peut-être triasique dans la mesure où d'anciennes

pénéplaines ont été dégagées par l'érosion. Ces sols sont en place dès la fin du Tertiaire, mis à part l'entraînement lent des éléments fins qui ripent sur les versants des reliefs résiduels.

Durant le Quaternaire les sols évolueront pour refléter la dualité climat-végétation. Les pédogenèses se surimposeront les unes sur les autres en suivant les modifications du climat. En particulier durant les périodes d'encroûtement généralisé (Quaternaire Ancien et Quaternaire Moyen), le calcaire très mobile et provenant des formations sédimentaires dominantes s'accumule dans les argiles rouges par entraînement oblique pour former les encroûtements tuffeux de la base des profils ; ou bien même, l'ensemble du profil est recalcarisé et nous observons alors une atténuation de la couleur rouge.

Un autre type d'évolution a conduit au brunissement de surface et au développement de vertisols caractérisés par leur aptitude à foisonner et à subir le retrait. Cette évolution, probablement la dernière en date, était préparée par les évolutions précédentes et même par les qualités intrinsèques des argiles rouges parentales. Nous ne pensons pas que les climats actuels soient responsables de cette évolution. Il n'y a pas assez de différences climatiques entre les régions à tirs et les régions à sols steppiques. Par contre, la répartition des climats est probablement restée la même durant tout le Quaternaire et les régions les plus fraîches aujourd'hui, l'ont-elles toujours été ? Aussi, la plus faible différence climatique finit-elle par marquer quand elle se perpétue un million d'années.

Manuscrit déposé le 14.4.64

ملخص

حركة الأرض في اراضي محتوية على كمية من الطين

الاراضي المحتوية على الطيني كثيرة في الشاوية العليا. ويختبر المؤلف شروط حركة الارض المحتوية على الطين.

تبين الدراسة الشكلية ان الاحجار البحرية لاراضي الشاوية العليا صلصالية حمراء تنقصها كمية من الكالسيوم والتركيبات الرسوبية الطباشيرية وعوامل الانفجارات. فترات وضع الصلصال العنصري الاحمر هي ان يوضع في مكانها شكلها الرباعي.

يعطي التحليل المعدني نسبة قوية من الصلصال المنتفخ من الصلاصل الحمراء التي تنقصها كمية من الكلسيوم التي تكون بهذا جيدة لتطور الاراضي المحتوية على الطين

يذكر المؤلف في الاخير اهمية شروط الوسط ليشرح التوزيع الحالي للاراضي المحتوية على الطين

RÉSUMÉ

Les vertisols sont fréquents en Haute Chaouïa. L'auteur examine les conditions de la pédogenèse à vertisols.

L'étude morphologique montre que les roches-mères des sols de Haute Chaouïa sont des argiles rouges de décalcarisation des formations sédimentaires crétacées et éocènes. Les périodes d'argilogenèse rouge et de mise en place sont anté-quaternaires.

L'analyse minéralogique donne une forte proportion d'argiles gonflantes dans les argiles rouges de décalcarisation qui, de ce fait, sont favorables au développement des vertisols.

Enfin l'auteur indique l'importance des conditions de milieu pour expliquer la répartition actuelle des vertisols.

RESUMEN

Pedogenesis de los suelos negros de algodón en la alta Chaouia

Los suelos negros de algodón se hallan frecuentemente en la región de la alta Chaouia. El autor examina las condiciones de su pedogenesis.

Del estudio morfológico se concluye que el material de partida de los suelos de la alta Chaouia son arcillas rojas procedentes de la lixiviación del carbonato de calcio en las formaciones sedimentarias cretáceas y eoceanas. Los períodos de arcilogenesis roja y de asiento datan de la época ante-quaternaria.

De los análisis mineralógicos resulta una alta proporción de arcillas de estructura agrietada y dilatada en las arcillas rojas procedentes de la lixiviación del carbonato de calcio que consiguientemente favorecen el desarrollo de los suelos negros de algodón.

Por último, el autor señala la importancia de las condiciones del medio ambiente para aclarar la actual repartición de los suelos negros.

SUMMARY

Vertisols pedogenesis in the upper Chaouia region

Vertisols are frequent in the upper Chaouia region. The author investigates upon the conditions of their pedogenesis.

A morphological study indicates that the upper Chaouia soils' parent-material are red clays proceeding from leaching of calcium carbonate from sedimentary cretaceous and eocenic formations. The formation of the red clays and their setting date from the ante-quaternary.

A mineralogical analysis indicates a high proportion of expanding lattice clays in the red clays proceeding from leaching of calcium carbonate which thereby are propitious for the evolution of vertisols.

Finally, the author underlines the importance of environmental conditions in explaining the existing distribution of vertisols.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOLELLI, E. — 1952. Le Plateau des phosphates. — Hydrogéologie du Maroc, Serv. géol. Maroc.

2. GIGOUT, M. — 1951. Etudes géologiques sur la Meseta marocaine occidentale. — Publication du Serv. géol. Maroc.

3. SALVAN, H. — 1952. Phosphates. — Géologie des gîtes minéraux, Serv. géol. Maroc.

4. BOLELLI, E., G. CHOUBERT, A. FAURE-MURET, M. GIGOUT, H. SALVAN & G. SUTER — Carte géologique du Plateau des phosphates et de ses abords, feuille Benhamed-El Borouj au 1/200 000. — Publication du Serv. géol. Maroc.

5. HESS, C., M. ICOLE & U. SCHOEN — Aspects minéralogiques de quelques pédogenèses fossiles en Haute Chaouïa (à paraître).

6. ICOLE, M. — Les sols de Haute Chaouïa (à paraître).

ANNEXES

Illustrations et schémas

PLANCHE EN COULEURS : FIG. 1 et 2 — Néoformation d'argile rouge (Exploitation O.C.P. — Découverte de Sidi Daoui).

FIG. 3 — Altération d'une dalle calcaire du Turonien (Aïn Kaïcher).

(Photographies M. ICOLE)

PLANCHE I — Coupe schématique N.-S. Sidi Daoui-Aïn Kaïcher donnant la situation des coupes représentées sur la planche en couleurs et la planche II, ainsi que la nature des processus karstiques suivant le faciès du substratum géologique.

PLANCHE II — Néoformation d'argile rouge au dépens d'une dalle calcaire (cf. FIG. 1 et 2). Détail du processus.

Légendes de la planche

FIG. 1 — Découverte de Sidi Daoui

Cette figure correspond au schéma de la tranchée II (Pl. II).
Elle montre les bancs de calcédoine dans l'argile rouge de néoformation sous un sol caillouteux développé dans une argile à silex. Au fond on devine la coupe présentée par la figure 2.

FIG. 2 — Découverte de Sidi Daoui

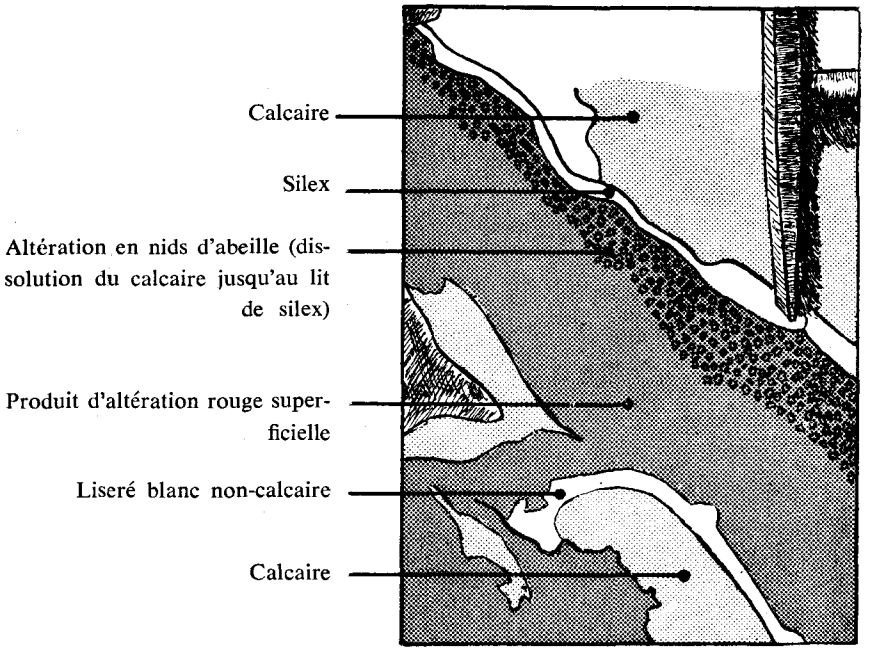
Aspect de détail de la dalle calcaro-siliceuse déjà altérée. Le processus de dégradation du calcaire est déjà bien avancé : entre les bancs de silex, une matière plus ou moins cohérente, jaunâtre, est encore calcaire. Les taches rouges sont peu ou pas calcaires.

FIG. 3 — Altération rouge d'une dalle calcaire près d'Aïn Kaïcher, sur Turonien (cf. schéma de la planche I)

La décalcarisation s'effectue sans que la forme de la pierre en soit modifiée. La densité de la pierre change (calcaire : d = 2,39 ; produit d'altération : d = 1,52).

En bas de la figure, autour du cœur calcaire, on observe un liseré blanc non-calcaire qui devient rouge à sa périphérie.

La pointe du piochon est placée sur un lit de silex. Au-dessous, la totalité du calcaire a disparu, il ne reste que des alvéoles à parois siliceuses emplies d'une matière pulvérulente rouge non-calcaire.



1

3

2

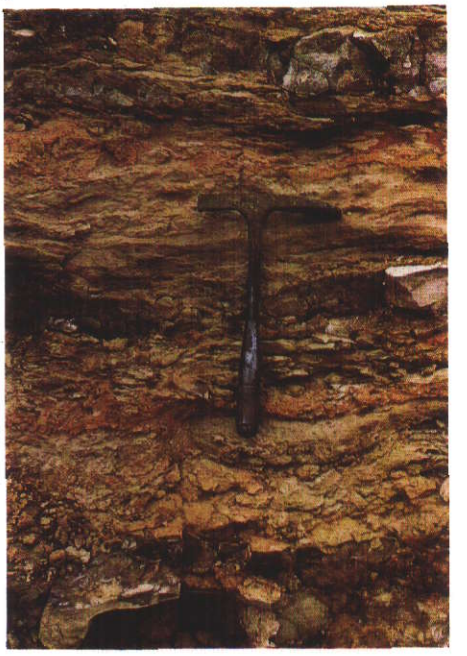


PLANCHE I — Coupe schématique N.-S. Sidi Daoui - Aïn Kaïcher

(Région d'Oued-Zem)

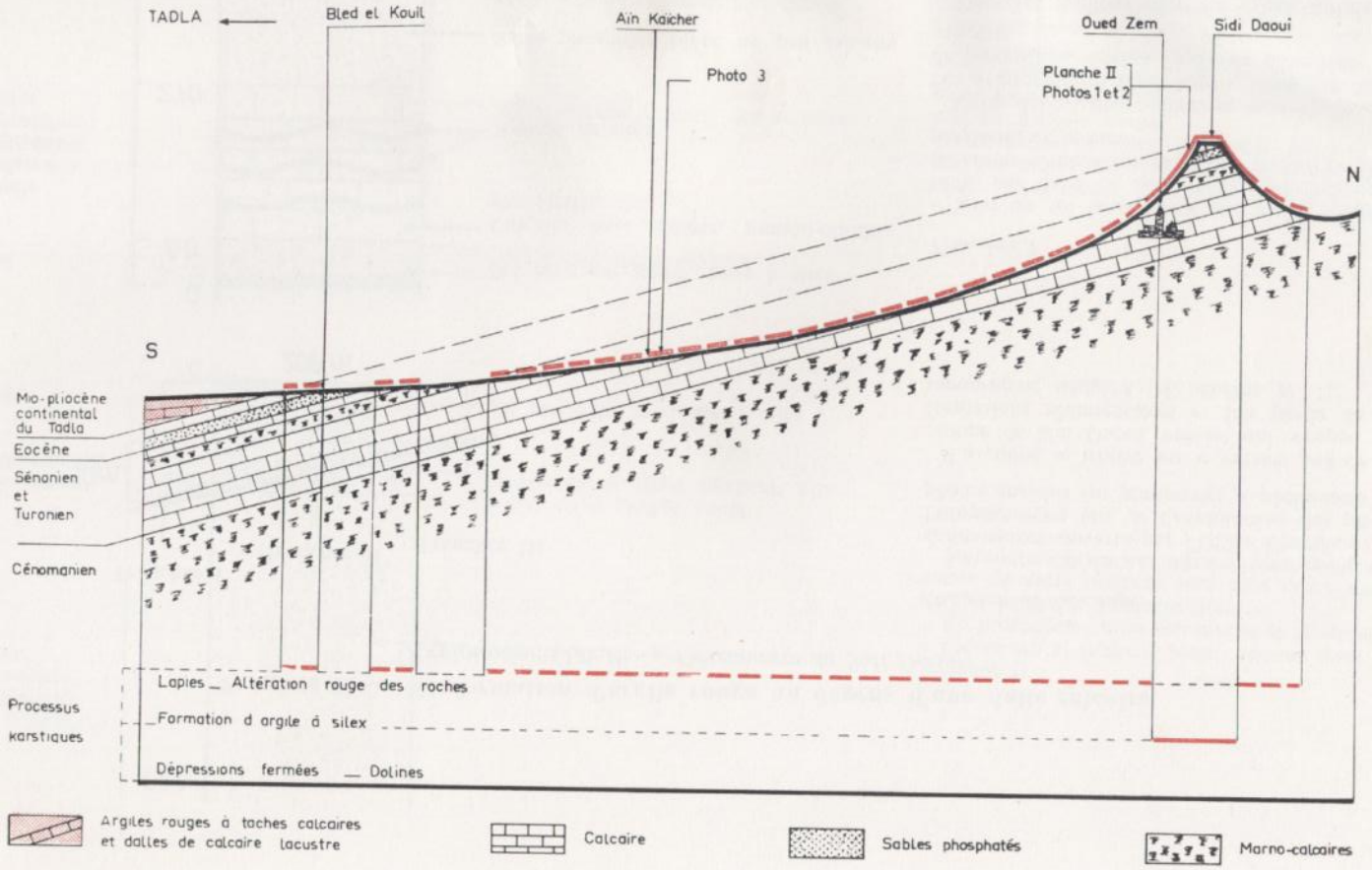
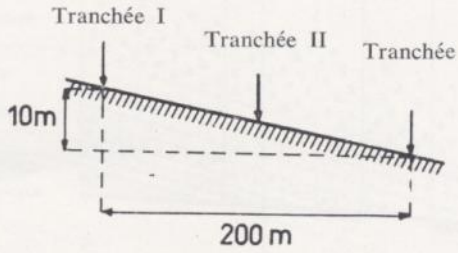
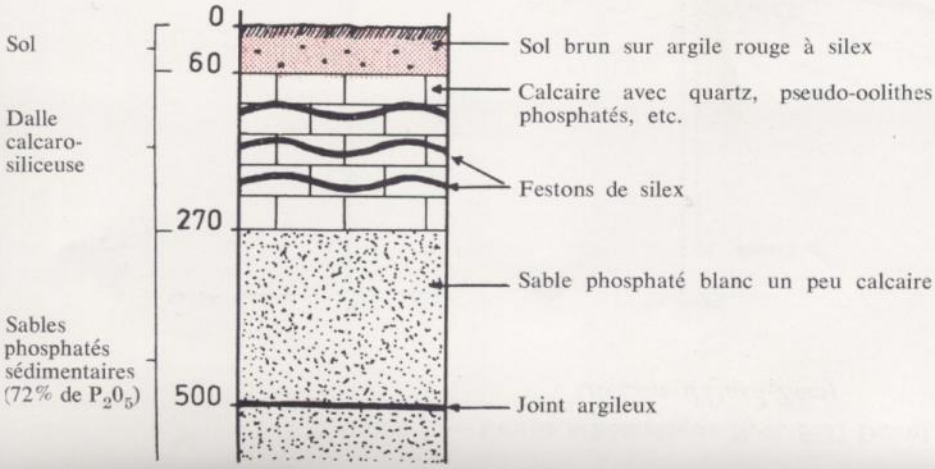


PLANCHE II — Néoformation d'argile rouge au dépens d'une dalle calcaire

(Exploitation O.C.P. — Découverte de Sidi Daoui)





Situation de la coupe

La coupe est donnée par la tranchée de reconnaissance ouverte par l'Office Chérifien des Phosphates en vue de l'exploitation des phosphates enrichis ou phosphates « pédimentés ».

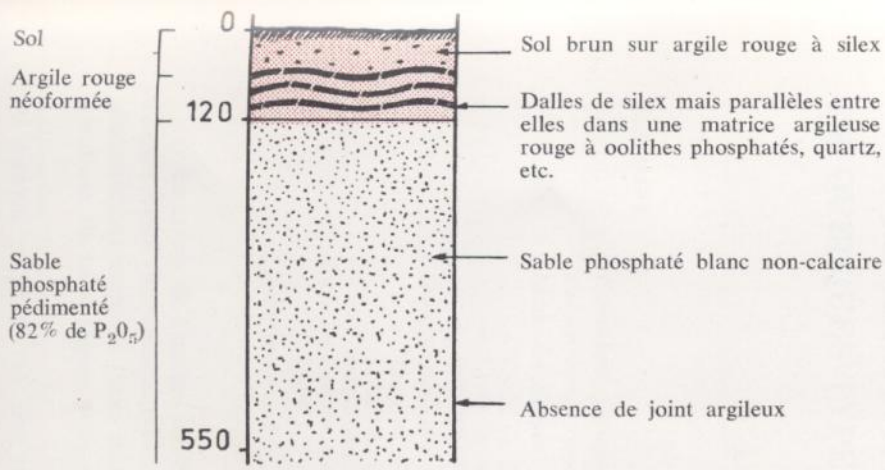
La coupe se trouve sur le versant sud de la croupe de Sidi Daoui, versant qui recoupe les formations sédimentaires et fait partie de la topographie néogène (cf. schéma pl. I).

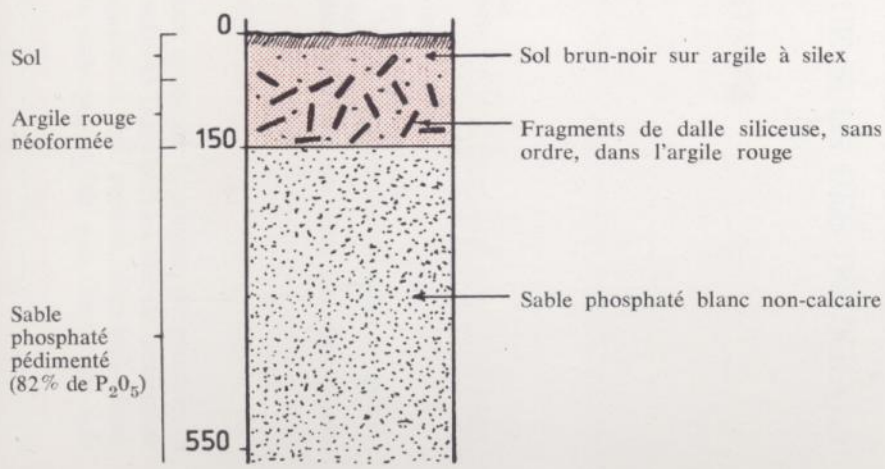
Tranchée I

Sous un sol brun foncé sur argile rouge à silex, une dalle de calcaire est interrompue à différents niveaux par des bancs minces de silex parallèles entre eux.

Cette dalle calcaro-siliceuse recouvre les séries sédimentaires phosphatées, dites couches I de Khouribga, dosant 72 % de phosphate tricalcique.

Un joint argileux dans les sables atteste le non-remaniement depuis son dépôt dans la mer des phosphates.





Tranchée II (*cf. fig. 1 en couleurs*)

A la base de la tranchée, le joint argileux a disparu ; la teneur en phosphate tricalcique des sables est passée de 72 % à 82 % : la couche I a été remaniée, décalcarisée.

La dalle calcaro-siliceuse a disparu ; à la place les festons de silex sont noyés dans une matrice d'argile rouge.

Les bancs de silex sont plus proches les uns des autres ; les dalles siliceuses sont fracturées mais restent parallèles entre elles.

Tranchée III

Sous le sol brun sur argile à silex, les fragments de dalle siliceuse sont sans ordre dans l'argile rouge de néoformation.

En profondeur, nous retrouvons le phosphate « pédimenté », sableux, blanc, comme dans la tranchée II.